

ANALISIS TRANSFORMASI DAN SPEKTRUM GELOMBANG BERARAH DI PERAIRAN SAYUNG DEMAK JAWA TENGAH

Muhammad Ikhsanudin H.¹, Denny Nugroho Sugianto¹, Purwanto¹

¹Program Studi Oseanografi, Universitas Diponegoro Semarang
Jl.Prof.H.Sudarto,SH, Tembalang, Semarang. 50275 Telf/fax (024)7474698
Email : muhammadikhsanudinharahab@gmail.com,
dennysugianto@yahoo.com, purwantoirh@yahoo.co.id

ABSTRAK

Gelombang yang bergerak menuju pantai akan mengalami perubahan bentuk yang disebabkan oleh transformasi gelombang karena perubahan kedalaman perairan yang menyebabkan terjadinya perubahan panjang, tinggi, dan arah gelombang. Erosi pantai atau abrasi merupakan akibat dari perubahan bentuk gelombang laut. Fenomena tersebut dapat merusak garis pantai dan mengancam infrastruktur wilayah pesisir pantai. Analisis spektrum merupakan teknik yang digunakan untuk memilah dan merubah suatu fenomena fisik gelombang acak yang kompleks menjadi komponen individual (gelombang tunggal) terhadap frekuensi masing masing gelombang.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik gelombang, pola transformasi gelombang, dan spektrum gelombang berarah di Perairan Sayung, Demak, Jawa Tengah dengan pendekatan pemodelan oseanografi. Hasil penelitian ini diharapkan menjadi salah satu pendukung informasi hidro-oseanografi di daerah Perairan Sayung Demak. Pengambilan data gelombang di lokasi penelitian dilakukan pada bulan Juni 2016. Analisa yang dilakukan adalah analisa pola transformasi dan spektrum gelombang, peramalan gelombang, data angin dengan permodelan Hidrodinamika 2D.

Analisa selama bulan Juni 2016, hasil transformasi gelombang menunjukkan besar nilai koefisien refraksi antara 0,42 sampai 1,04. Koefisien *shoaling* berkisar pada 0,99 sampai dengan 1,07. Gelombang pecah berada pada nilai 1,22 sampai 1,88 meter dan berada pada kedalaman 1,05 hingga 1,61 meter. Sedangkan nilai pemodelan spektrum gelombang menunjukkan bahwa energi gelombang untuk yang paling tinggi adalah pada Musim Barat yakni sebesar 0,30 m²/Hz, untuk Musim Peralihan II dan Musim Timur sebesar 0,25 m²/Hz. Dan yang paling kecil pada Musim Peralihan I yakni 0,19 m²/Hz.

Kata kunci : Transformasi gelombang, Spektrum Gelombang, Perairan Sayung Demak, Hidrodinamika 2D

ABSTRACT

Wave moving to the coast will experience a changes of form caused by the transformation of wave due to changes in the depth of waters, that cause changes in the length, height and direction of waves. Coastal erosion or abrasion is the result of changes in the form of ocean waves. That phenomenon can damage infrastructure of shoreline and coastal areas. Spectrum analysis is a technique used to parse and transform a physical phenomenon of random waves of the complex into individual components (single wavelength) to the frequency of each wave.

The purpose of this research is to know the characteristics of waves, the wave transformation pattern, and directional wave spectrum in the waters Sayung, Demak, Central Java with oceanographic modeling approaches. The result is expected to be one of the supporting hydro-oceanographic information in the waters Morosari Sayung Demak. Data retrieval wave of the research was conducted in June 2016. The analysis is

the analysis of patterns of transformation and wave spectrum, wave forecasting, wind data with Hydrodynamic modelling 2D.

Analysis during the month of June 2016, the results showed transformation wave, refraction coefficient values between 0.42 to 1.04. Shoaling coefficients ranged at 0.99 up to 1.07. Breaking wave is at a value of 1.22 to 1.88 meters and is at a depth of 1.05 to 1.61 meters. While the value of the wave spectrum modeling shows that the energy waves to the highest in the West season of 0.30 m² / Hz, for Season Transition II and East season of 0.25 m² / Hz. And the smallest at the first transition season Namely 0.19 m² / Hz.

Keywords: Transformation of the wave, Wave Spectrum, Water Sayung Demak, 2D Hydrodynamics

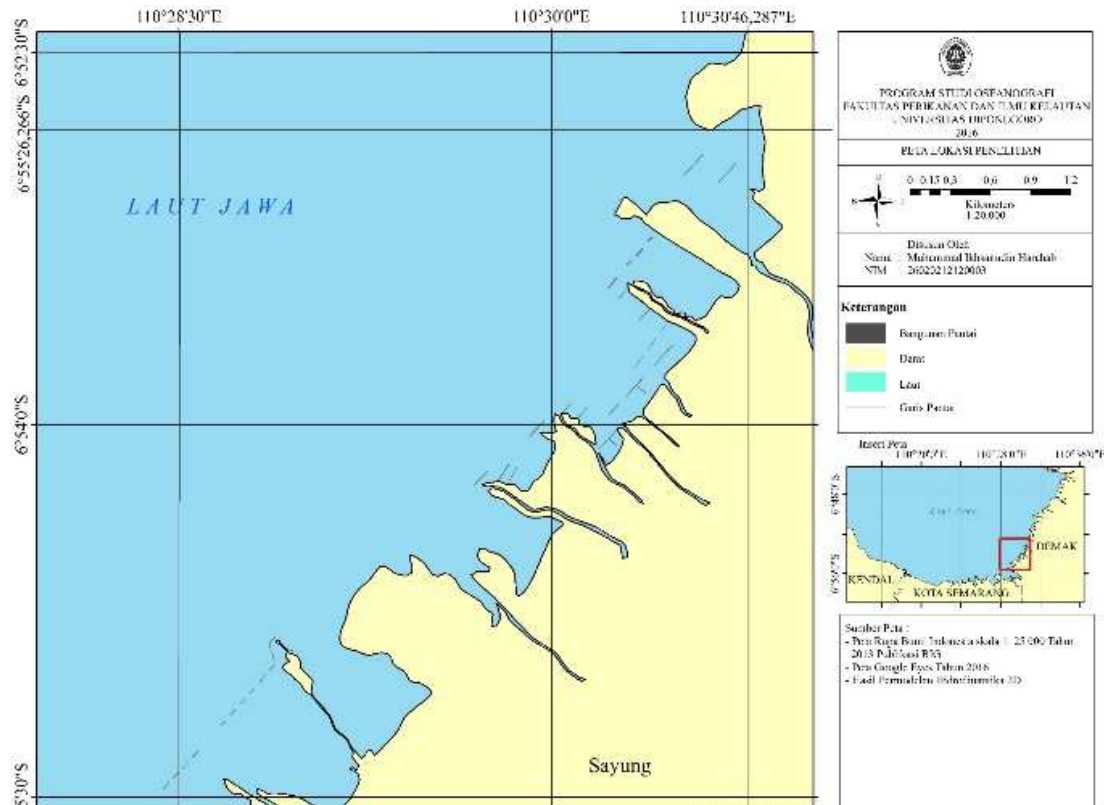
PENDAHULUAN

Kecamatan Sayung merupakan kecamatan yang beradadi pesisir Pantai Utara Jawa Tengah dan berhubungan langsung dengan Laut Jawa, wilayah ini merupakan kawasan yang sangat strategis bagi Pulau Jawa karena merupakan jalur utama di pantai utara jawa (Pantura) dimana berbagai aktivitas dari maupun ke provinsi lain di jawa tengah melewati jalur ini.

Gelombang yang bergerak menuju pantai akan mengalami perubahan bentuk yang disebabkan oleh transformasi gelombang, Erosi pantai atau abrasi merupakan akibat dari perubahan bentuk gelombang laut Wilayah Kecamatan Sayung mengalami permasalahan erosi pantai atau abrasi yang parah dalam kurun waktu 11 tahun terakhir, tercatat pada tahun 2002 ada 145,50 hektar pantai yang terkikis abrasi, kerusakan pantai meningkat lima kali lipat pada 2005 mencapai 758,30 hektar,

Oleh karena itu, perlu diketahui karakteristik gelombang, pola transformasi gelombang, dan spektrum gelombang berarah, Hasil penelitian ini diharapkan menjadi salah satu pendukung informasi hidro-oseanografi di daerah Perairan Sayung Demak.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik gelombang, pola transformasi gelombang, dan spektrum gelombang berarah di Perairan Sayung, Demak, Jawa Tengah dengan pendekatan pemodelan oseanografi. Lokasi penelitian secara geografis terletak pada koordinat 110°28'24,618"E – 6°55'29,899"S dan 110°28'55,328"E – 6°54'49,912"S, sedangkan secara administratif termasuk kedalam wilayah Kabupaten Demak, Jawa Tengah.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

METODOLOGI

Data Penelitian

1. Data arah dan kecepatan angin tiap tiga jam diperoleh dari stasiun pengamatan BMKG Semarang untuk Januari 2005 - 2015
2. Data kedalaman diperoleh dari pengukuran langsung di lokasi penelitian pada bulan Juni 2016
3. Peta Batimetri Dishidros tahun 2013

PENGOLAHAN DATA

1. Pengolahan Data Angin

1. Data angin dari BMKG Semarang (www.ogimet.com) di simpan dalam bentuk *Text* (.txt).
2. Data angin tersebut kemudian ditampilkan di *Ms.Excel* dan dikelompokkan berdasarkan musim. Hasil data yang telah dikelompokkan permusim dari tahun 2005-2015 kemudian diolah menggunakan *Wrplot View* untuk memperoleh kondisi dominan angin yang disajikan dalam bentuk *windrose*.

2. Peramalan Gelombang

Peramalan gelombang yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode Sugianto (2014).

Langkah dalam metode Sugianto (2014) adalah sebagai berikut :

1. Data yang didapatkan dari situs BMKG Semarang disortir arah dan kecepatan anginnya,
2. Dalam analisis ini ada 2 cara, yakni data angin diatas 3 knot dan diatas 10 knot selama 11 tahun hal ini dikarenakan nilai kecepatan angin 10 knot memiliki kondisi gelombang kecil mulai berubah menjadi gelombang besar dan puncak gelombang mulai pecah sehingga energi gelombang melaju dari laut dalam menuju pesisir,

sedangkan untuk minimal 3 knot kondisi gelombang kecil tidak merata tanpa buih (Kramadibrata, 2002).

3. Masukkan rumus Sugianto (2014) untuk mencari H_s dan T_s

Rumus H_s

$$H_s = 0,0016U^2 + 0,0406U \quad (1)$$

(Sugianto (2014))

Rumus T_s

$$T_s = 0.15 U + 2.892 \quad (2)$$

(Sugianto (2014))

4. Mencari H maks, H min dan H rata rata serta T maks T min dan T rata rata
5. Peramalan permusim.

3. Analisa Gelombang Lapangan

Data hasil pengamatan lapangan akan dianalisis dengan metode gelombang representatif, yaitu metode yang mewakili karakteristik keseluruhan data gelombang.

Cara perhitungan gelombang representatif adalah data yang telah didapatkan dari pengamatan lapangan diurutkan dari data yang tertinggi sampai yang terendah. Gelombang representatif yang digunakan adalah gelombang maksimum hasil pengukuran di lapangan,

Data gelombang dianalisis untuk menentukan nilai parameter gelombang nya seperti : panjang gelombang laut dalam (L_o), kedalaman perairan relatif (d/L), dan Tinggi Gelombang dititik x (H). panjang gelombang (L), cepat rambat gelombang (C), Kecepatan grup gelombang (C_g), daya gelombang (P) dan energi gelombang (E).

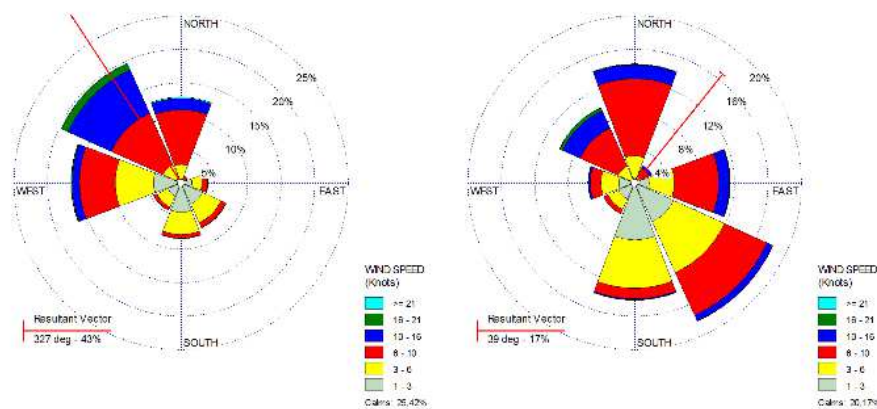
4. Analisis Data Sekunder

Data sekunder lain yang digunakan dalam penelitian ini adalah Peta Rupa Bumi Indonesia Skala 1:25.000 . Peta ini digunakan untuk membuat peta penelitian. Peta RBI ini diolah dalam *software ArcGIS 10.0*. Peta Bathimetri digunakan untuk inputan terhadap model.

5. Analisis Permodelan Hidrodinamika 2D

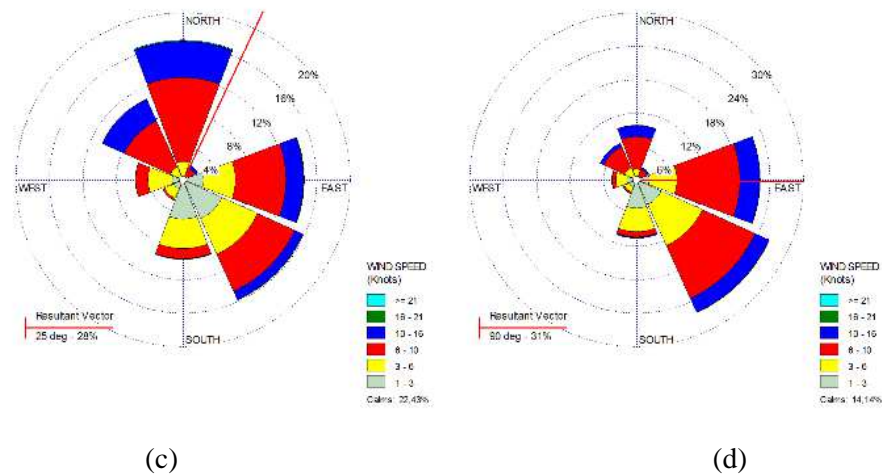
Analisis transformasi gelombang ini akan dimodelkan dengan menggunakan *Software Mike 21* modul *Spectral wave* dan analisis spektrum gelombang menggunakan *Software SMS 10.0* hal ini untuk menampilkan grafik distribusi energi gelombang satu dimensi serta grafik polar dan penjaluran arah datang gelombang. Data masukan dalam analisa model ini adalah data hasil pengolahan data gelombang dari peramalan gelombang Sugianto (2014), yang berupa tinggi, periode. Data angin juga dimasukkan dalam model ini, arah angin dominan pada tiap musim digunakan sebagai dasar penentuan arah model. Hasil pemodelan adalah grafik distribusi energi gelombang satu dimensi serta grafik polar dan arah penjaluran gelombang.

HASIL DAN PEMBAHASAN



(a)

(b)



Gambar 2. Mawar Angin (a) Musim Barat (b) Musim Peralihan I (c) Musim Timur (d) Musim Peralihan II 2005-2015.

Dari gambar mawar angin (Gambar 2 (a) hingga (d)) dapat diketahui bahwa gelombang dominan untuk musim barat dari arah Barat Laut. gelombang dominan untuk musim peralihan I dari arah Tenggara. gelombang dominan untuk musim Timur dari arah Tenggara. gelombang dominan untuk musim Peralihan II dari arah Tenggara.

Tabel1. Hasil Tinggi gelombang Peramalan 10 knot

Musim	Hs		
	Hs _{mak}	Hs _{min}	Hs _{rerata}
Barat	1,90	0,80	1,02
Peralihan 1	2,26	0,72	0,90
Timur	2,14	0,72	0,83
Peralihan 2	1,56	0,72	0,84

Tabel2. Hasil Tinggi gelombang Peramalan 10 knot

Musim	Ts		
	Ts _{mak}	Ts _{min}	Ts _{rerata}
Barat	6,49	4,84	5,22
Peralihan 1	6,94	4,69	5,00
Timur	6,79	4,69	4,89
Peralihan 2	6,04	4,69	4,91

Dari hasil peramalan gelombang (Tabel 1 dan 2) dapat diketahui bahwa tinggi gelombang rata rata tertinggi pada musim barat dan terendah pada musim timur. Sedangkan periode gelombang rata rata tertinggi pada musim barat dan terendah pada musim timur.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Tinggi Gelombang Akibat Refraksi pada setiap musim

Musim Barat	Musim Peralihan I	Musim Timur	Musim Peralihan II
-------------	-------------------	-------------	--------------------

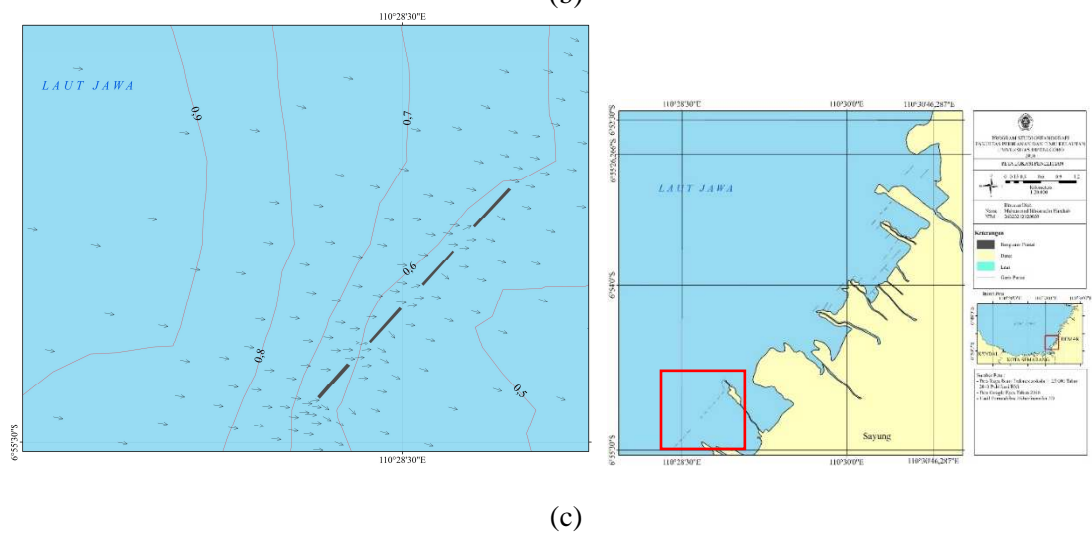
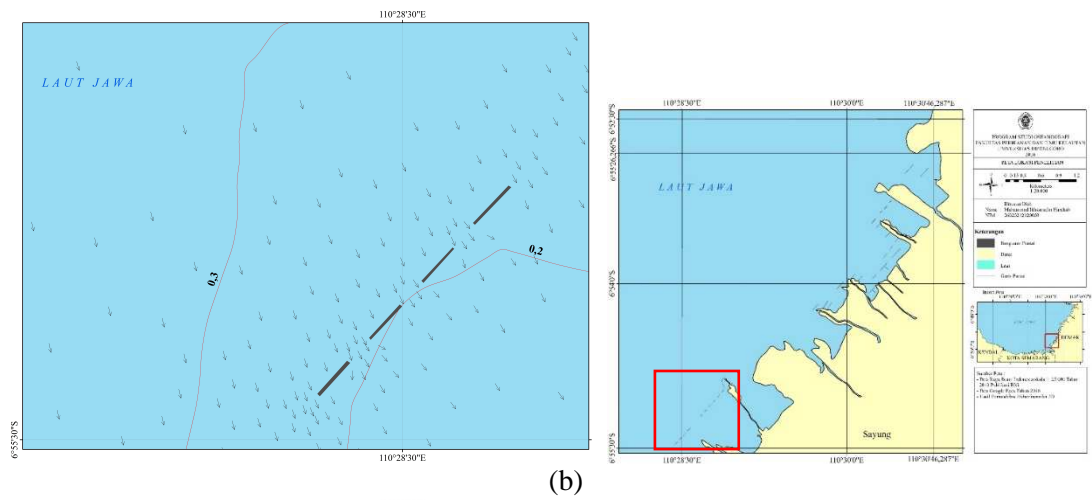
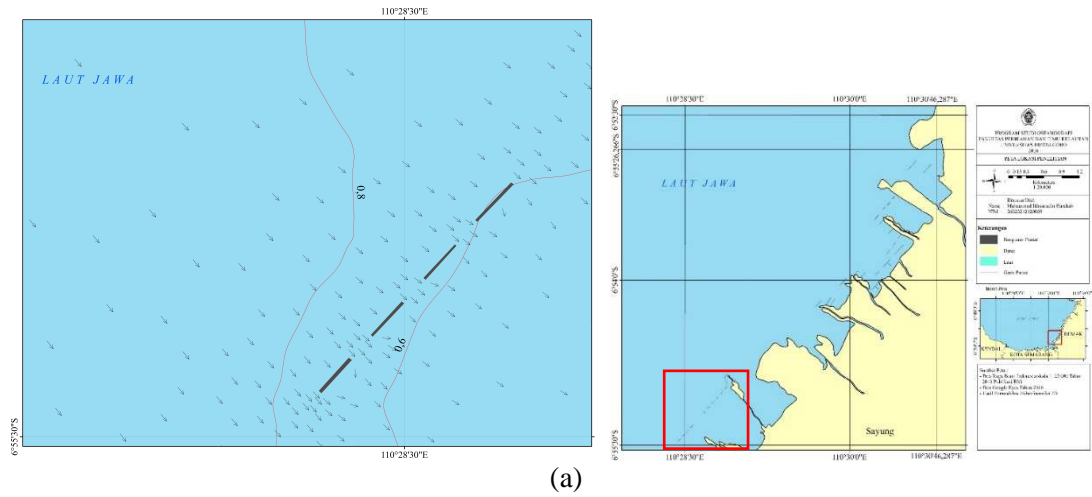
Ho	2,55	2,20	2,19	2,92
Lo	5,4	4,86	4,86	5,99
d	2,2	2,2	2,2	2,2
Lo	45,44	36,8	36,7	55,94
α_0	315	5	70	80
Co	8,42	7,58	7,57	9,3
d/Lo	0,04	0,06	0,06	0,04
d/L	0,09	0,10	0,10	0,08
L	23,79	21,1	21,1	26,6
C	4,41	4,35	4,35	4,4
C/Co	0,52	0,57	0,57	0,48
Sin α	-0,7	0,08	0,93	0,98
α	-29	23,9	23,9	2,38
Kr	0,90	1,00	0,61	0,4
Ks	0,90	0,88	0,88	0,9
H	2,37	2,28	1,33	1,30

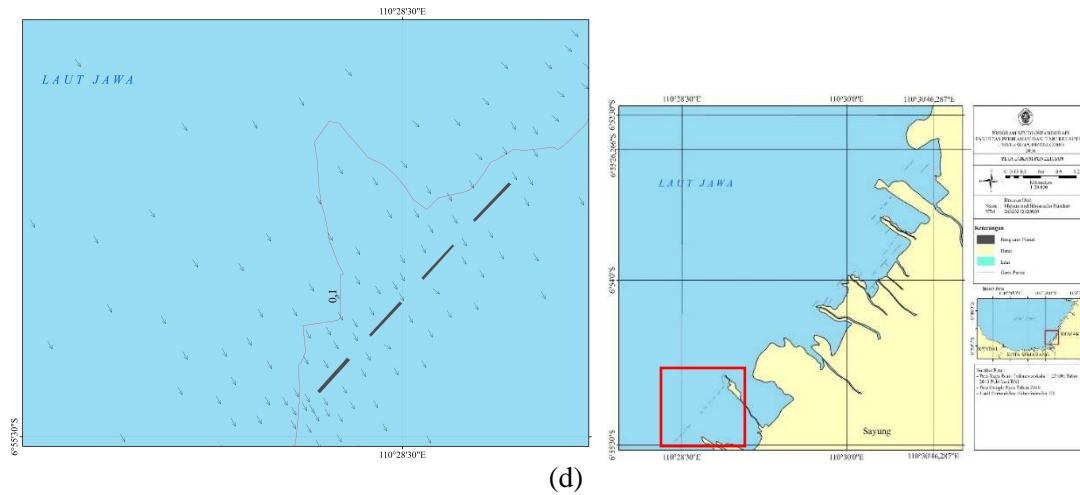
Dari hasil perhitungan refraksi gelombang (Tabel 3) dapat diketahui bahwa nilai refraksi perairan sayung 0,4 – 1 dan memiliki tinggi gelombang 1,3 m – 2,37 m.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Tinggi Gelombang Akibat Difraksi pada setiap Musim

	Musim Barat	Musim Peralihan I	Musim Timur	Musim Peralihan II
Ho	2,55	2,19	2,19	2,92
T	5,4	4,85	4,85	5,98
d	2,4	2,3	2,2	2,2
Lo	45,43	36,8	36,77	55,94
d/Lo	0,05	0,06	0,05	0,03
d/L	0,09	0,10	0,10	0,08
L	24,72	21,54	21,12	26,65
β	57	58	58	59
θ	96	70	76	81
r	24	24	25,4	24,8
r/L	0,97	1,11	1,2	0,93
K'	0,33	0,43	0,94	0,96
H _A	0,84	0,94	0,064	2,80

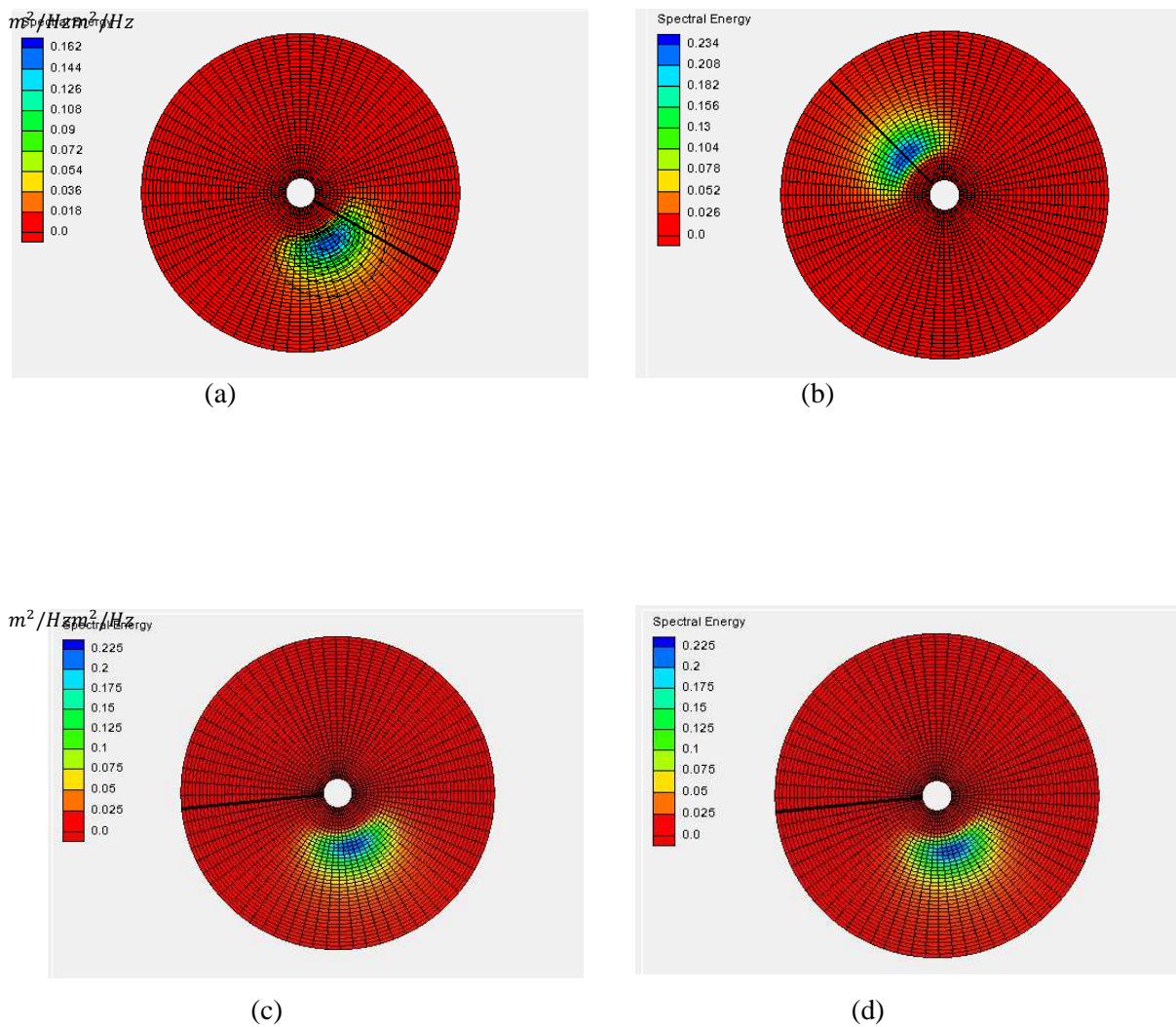
Dari hasil perhitungan difraksi gelombang (Tabel 4) dapat diketahui bahwa nilai difraksi perairan sayung memiliki tinggi gelombang 0,84 m – 2,80 m.



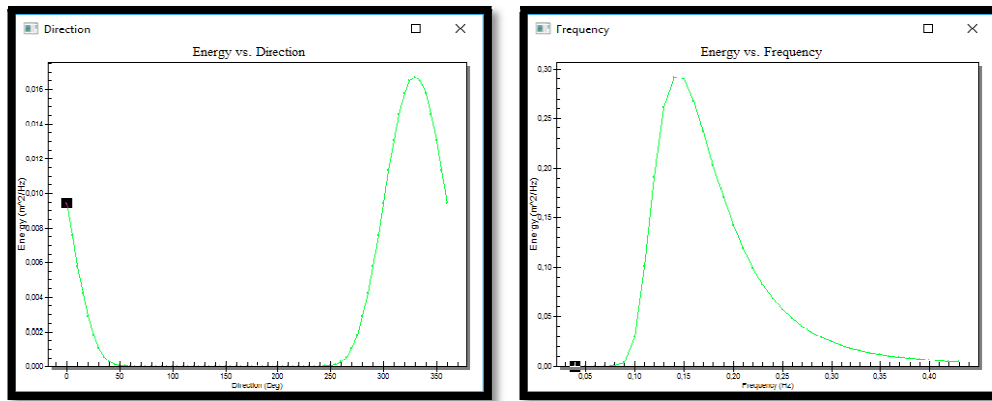


Gambar 3. Refraksi dan Difraksi Gelombang di bangunan Breakwater pada (a) Musim Barat (b) Musim Peralihan I (c) Musim Timur (d) Musim Peralihan II.

Permodelan Spektrum Gelombang



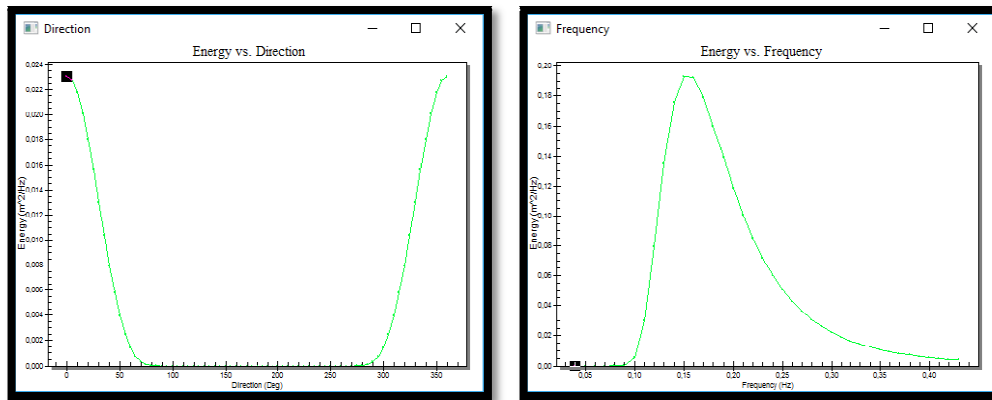
Gambar 4. Grafik Spektrum Gelombang Polar pada (a) Musim Barat (b) Musim Peralihan I (c) Musim Timur (d) Musim Peralihan II



(a)

(b)

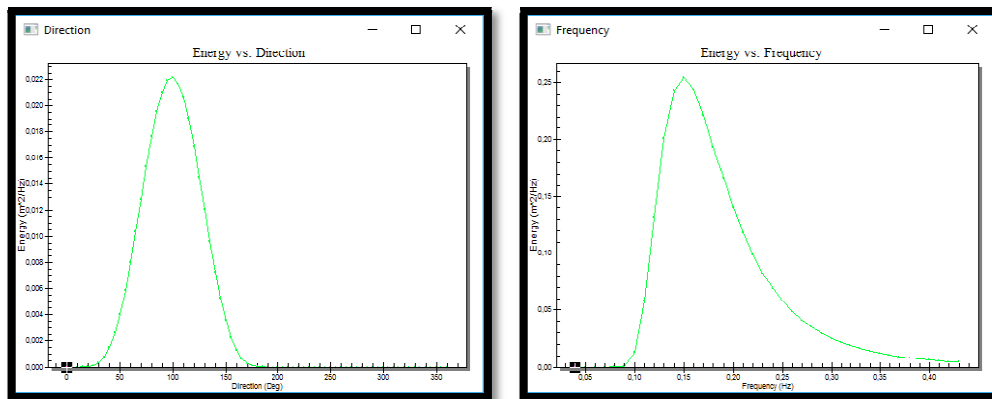
Gambar 5. Spektrum Gelombang(a) Energi - Arah dan (b) Energi – Frekuensi pada Musim Barat.



(a)

(b)

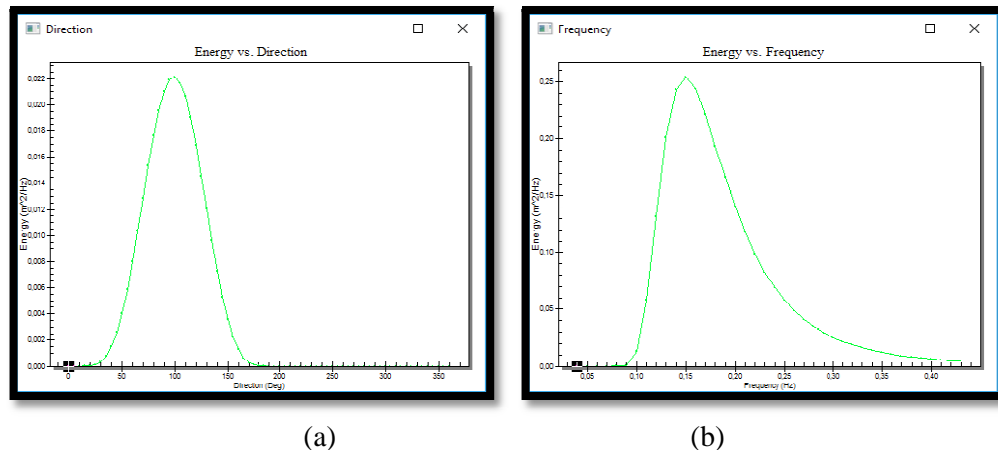
Gambar 6. Spektrum Gelombang(a) Energi - Arah dan (b) Energi – Frekuensi pada Musim Peralihan 1 .



(a)

(b)

Gambar 7. Spektrum Gelombang(a) Energi - Arah dan (b) Energi – Frekuensi pada Musim Timur.



Gambar 8. Spektrum Gelombang (a) Energi - Arah dan (b) Energi – Frekuensi pada Musim Peralihan 2.

Proses transformasi gelombang yang terjadi apabila gelombang menjalar dari perairan dalam dan menabrak suatu bangunan pantai maka vektor gelombang akan berbelok arah refraksi gelombang dimana gelombang yang berasal dari laut dalam mengalami pembelokan akibat adanya bangunan pantai. Hal ini sesuai pernyataan Danial (2008) difraksi gelombang adalah pembelokan gelombang laut yang menjalar akibat terhalang oleh suatu rintangan seperti pulau ataupun pemecah gelombang. Pembelokan yang terjadi di sekitar ujung rintangan kemudian membelok masuk ke daerah yang terlindung di belakang rintangan.

Energi gelombang laut tertinggi bernilai $0,30 \text{ m}^2/\text{Hz}$ terjadi pada Musim Barat, sedangkan pada Musim Timur, dan Peralihan I energi gelombang maksimum yang terjadi di setiap musimnya diketahui sebesar $0,25 \text{ m}^2/\text{Hz}$. Sedangkan energi gelombang yang terkecil pada musim Peralihan I yakni sebesar $0,19 \text{ m}^2/\text{Hz}$. Frekuensi gelombang rata rata yang terjadi pada setiap musim yaitu sebesar $0,15 \text{ Hz}$. Berdasarkan hasil tersebut diketahui bahwa tinggi gelombang dan energi gelombang laut saling keterkaitan, yaitu semakin tinggi gelombang yang terbentuk maka energi yang dihasilkan juga semakin besar. Hal ini diperkuat oleh pernyataan Wahyudi *et al.* (2005), yang menyatakan semakin besar tinggi gelombang maka nilai energi gelombang akan semakin besar begitupun sebaliknya.

Kesimpulan

Dari kajian yang dilakukan terhadap transformasi gelombang dan spektrum gelombang di Perairan Sayung dengan menggunakan data angin selama 11 tahun (2005-2015) dan peta lokasi perairan tersebut, maka didapat karakteristik bahwa nilai transformasi gelombang dan spektrum gelombang perairan sayung memiliki nilai koefisien refraksi antara 0,42 sampai 1,04. Koefisien *shoaling* berkisar pada 0,99 sampai dengan 1,07. Gelombang pecah berada pada nilai 1,22 sampai 1,88 meter dan berada pada kedalaman 1,05 hingga 1,61 meter. Sedangkan nilai pemodelan spektrum gelombang menunjukkan bahwa energi gelombang untuk yang paling tinggi adalah pada Musim Barat yakni sebesar $0,30 \text{ m}^2/\text{Hz}$, untuk Musim Peralihan II dan Musim Timur sebesar $0,25 \text{ m}^2/\text{Hz}$. Dan yang paling kecil pada Musim Peralihan I yakni $0,19 \text{ m}^2/\text{Hz}$

DAFTAR PUSTAKA

- Danial, M.M. 2008. Rekayasa Pantai. Alfabeta, Bandung, 320 hlm.
- Hadi, S dan D. N Sugianto. 2012. Model Distribusi Kecepatan Angin untuk Peramalan Gelombang dengan Menggunakan Metode Darbyshire dan Smb di Perairan Semarang. Buletin Oseanografi Marina., 1: 25-32.
- Hadi, S., N. S. Ningsih., dan K. Pujiana. 2005. Studi Awal Pemodelan Medan Gelombang di Laut Jawa dan Karakteristik Spektrum Energi Gelombang di Teluk Jakarta. Ilmu

- Kelautan., 10 (3) : 169-172
- Hidayat, N. 2005. Kajian Hidro-Oseanografi Untuk Deteksi Proses-Proses Fisik Di Pantai. *Jurnal SMARTek.*, 3(2): 73-85.
- Ismail, C.S. 2012. Pengaruh Abrasi Terhadap Tingkat Pendapatan Petani Tambak Di Kecamatan Sayung Kabupaten Demak. *Jurnal Geo Image* ISSN 2252-6285, 1(1) (2012)
- Kramadibrata, S. 2002. Perencanaan Pelabuhan. ITB. Bandung.
- Purwanto. 2011. Analisa Spektrum Gelombang Berarah Di Perairan Pantai Kuta, Kabupaten Badung, Bali. *Buletin Oseanografi Marina.*, 1: 45-49.
- Subardjo, P. 2004. Studi Morfologi Guna Pemetaan Rob di Pesisir Sayung, Kabupaten Demak, Jawa Tengah. *Jour. Ilmu Kelautan*, Vol. 9 (3): 153 - 159.
- Sugianto, D.N. 2014. Model Distribusi Kecepatan Angin dan Pemanfaatannya dalam Peramalan Gelombang di Laut Jawa. [Disertasi]. Program Doktor Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang, 193 hlm (tidak dipublikasikan).
- Sugiyono. 2009. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D. Alfabeta, Bandung, 334 hlm.
- Tawas, H., H. Tangkudung., dan J. D. Mamoto. 2013. Analisis Karakteristik Gelombang Pecah Terhadap Perubahan Garis Pantai di Atep Oki. *Jurnal Sipil Statik.*, 1(12): 784-796.
- Triatmodjo, B. 1999. Teknik Pantai. Yogyakarta: Beta Offset.
- _____. 2012. Perencanaan Bangunan Pantai. Yogyakarta: Beta Offset.
- Qarnain, A.G. 2014. Analisa Pengaruh Pasang Purnama (Spring) dan Perbani (Neap) Terhadap Laju Sedimentasi di Perairan Timbulsloko, Demak. *J.Oseanografi Undip*, Vol. 3 No.4: 540 - 548.
- Wahyudi., Sholihin dan F. Setiawan. 2005. Pengaruh Spektrum Gelombang Terhadap Stabilitas Batu Pecah Pada Permukaan Cellular Cofferdam Akibat Gelombang Overtopping. *Jurnal Teknologi Kelautan.*, 9(1): 9-17